

**CLAUDIA MOSTER BARROS**

**"INDICADORES DO SERVIÇO AMBIENTAL DE SEQUESTRO DE  
CARBONO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE"**

**CURITIBA**

**2013**

**CLAUDIA MOSTER BARROS**

**"INDICADORES DO SERVIÇO AMBIENTAL DE SEQUESTRO DE  
CARBONO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE"**

Trabalho apresentado para obtenção parcial do  
título de especialista em Economia e Meio  
Ambiente no curso de Pós-Graduação em  
Economia e Meio Ambiente do Departamento  
de Economia Rural e Extensão, Setor de  
Ciências Agrárias, Universidade Federal do  
Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta

**CURITIBA  
2013**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por todas as oportunidades de aprendizado e crescimento.

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta, pela orientação do trabalho e paciência nas correções.

À Universidade Federal do Paraná pelo oferecimento de um aperfeiçoamento profissional à distância, permitindo o alcance dos objetivos, mesmo com dificuldades para conciliar as atividades presenciais.

À equipe de professores e tutores do PECCA - Economia e Meio Ambiente, por todo o comprometimento com a qualidade do curso.

À minha família e amigos, que acompanharam e incentivaram a realização desta etapa em minha vida.

*“Acredita na minha experiência. Tu encontrarás muito mais nos bosques que nos livros. As árvores e os rochedos ensinar-te-ão o que nunca poderás aprender com nenhum mestre”.*

São Bernardo de Clairvoux (1090 - 1153)

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 Áreas de preservação permanente .....	10
2.2 Quantificação de carbono em florestas .....	14
2.3 O pagamento por serviços ambientais .....	16
2.4 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e Mercado Voluntário de Carbono .....	23
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>

## RESUMO

A possibilidade de valorar as Áreas de Preservação Permanente (APP), definidas pela Lei 12.651/2012, por meio de projetos de carbono pode resultar em um mecanismo de restauração e preservação dessas áreas no meio rural. O objetivo do trabalho foi avaliar indicadores de sustentabilidade para pagamento por um serviço ecossistêmico, o sequestro e armazenamento de carbono em florestas, a fim de verificar a viabilidade de aplicação em APPs. Foram utilizados dados sobre a quantificação de carbono em áreas florestais e a viabilidade de projetos em APPs a partir de revisão bibliográfica. A partir da análise dos resultados, foram selecionados 22 indicadores para projetos de carbono em APP, sendo sete para aspectos sociais, seis no âmbito econômicos e nove para as questões ambientais. O uso de indicadores sustentáveis para projetos de carbono em APP devem ser aplicados segundo as especificidades das áreas, a base legal e as condições socioeconômicas de uma propriedade. Portanto, os projetos de carbono em APP podem ser aprovados no mercado voluntário visando a restauração e a preservação dessas áreas. No entanto, a aprovação e o pagamento não dependem somente das características e benefícios dos projetos propostos, mas da implantação de um programa, do arranjo institucional e dos critérios de distribuição dos valores.

**Palavras-chave:** código florestal; pagamento; floresta ripária.

## **ABSTRACT**

The implementation of Carbon Projects to the valuation of preservation permanent areas (APP) determined by the Brazilian Federal Law 12.651/2012, could be a mechanism to restoration and preservation of the forests in rural properties. The objective was evaluate sustainable indicators to payment of the ecosystem service regards to carbon stock and sequestration by forests located in APPs. The knowledge presented about carbon quantification and project viability to forest areas were obtained by bibliography research. The results were 22 indicators to be used in carbon projects in APP, being seven with social aspects, six of them with economic issues and nine focusing the environment. The application of these indicators in project carbon must be determined according legal, social and economics propertie's characteristics. Therefore, the carbon projects in APP are appropriate in voluntary market to restauration of these areas. However, the approval of payment depends not only the project's benefits but the program proposed, institucional arrangement and the criteria to value distribution.

**Keywords:** forest law; payment; riparian forest.

## 1 INTRODUÇÃO

Desde 1934 o Brasil possui legislação federal que trata das florestas no território nacional, áreas públicas e propriedades privadas em áreas rurais, sendo conhecido como Código Florestal a Lei Federal no. 4771 de 1965 (BRASIL, 1965). Essa lei apresentou definição de Áreas de Preservação Permanente (APP) restringindo, principalmente, áreas relacionadas à drenagem das águas superficiais (nascentes, rios, lagos). Denominada popularmente como matas ciliares, essa vegetação pode apresentar diversas fisionomias e variações sazonais, além possuir a função de manutenção dos recursos hídricos e preservação de ecossistemas. O uso dessas áreas para produção agrícola, pecuária ou silvicultura foi proibido pela lei, que determinou metragens mínimas às margens de cursos d'água e nascentes e, a partir de 1989, alterações através de medidas provisórias foram incorporadas ao Código Florestal.

Em relação às demais restrições de uso da propriedade que trata o Código Florestal, há também a porcentagem mínima destinada à Reserva Legal. Nessa área é permitido manejo florestal, sem a colheita total da vegetação, mas a função ambiental permanece. Dessa forma, é incomum o uso comercial de áreas de reserva legal para a maioria dos estados brasileiros. Normalmente é uma área considerada inutilizável pela maioria dos proprietários rurais, pois seu uso comercial não é permitido sob manejo convencional madeireiro de corte raso. Em muitos casos, é possível que a área destinada para reserva legal impossibilite o manejo florestal sustentável de espécies nativas, devido ao estado de conservação, tamanho ou forma do fragmento florestal.

Desde a criação da Lei Federal 4771/1965 foram muitas discussões para alterações na legislação federal. As áreas de APP e reserva legal foram o foco político, como principal argumento, a necessidade de garantir o uso da área para produção agrícola. Por outro lado, a preservação de florestas prevista na legislação é um diferencial importante para a política ambiental e para a conservação de recursos naturais do país.

Em 2012, as discussões, após prorrogações de prazos para a averbação da área de reserva legal das propriedades, resultaram na Lei Federal 12.651/2012 que manteve a definição de áreas de preservação permanente segundo critérios de



drenagem, relevo e importância ecológica ou de estabilidade geológica, estabelecidos desde a Lei Federal 4771/1965. O uso de APPs visando à subsistência em propriedades de produção familiar já era previsto em legislação, mas a possibilidade de considerar essas áreas para projetos de sequestro de carbono e outros tipos de pagamentos por serviços ambientais é um estímulo para a preservação e a restauração. Com as alterações da Lei Federal 12.651/2012, em alguns casos a metragem mínima exigida de vegetação em APP é menor do que a lei anterior. Além da situação de uso consolidado em APP, depende do tamanho da propriedade e da largura do corpo d'água. A Lei Federal 12.114/2009 dispõe sobre as mudanças climáticas, prevê a aplicação de recursos do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC II) em apoio financeiro, não reembolsável, a projetos relativos à mitigação da mudança do clima aprovados pelo comitê gestor. Uma das atividades previstas é a restauração florestal de APPs. O recurso financeiro aplicado ao pagamento por serviço ambiental de APPs pode auxiliar os proprietários rurais quanto ao cumprimento da legislação além de contribuir para o aumento de áreas florestadas. Dessa forma, a alteração no Código Florestal reforçou a importância de considerar as APPs viáveis para aplicação de projetos de carbono.

Segundo Souza (2011), existem 42 projetos de pagamento por serviços ambientais no Brasil, sendo 13 integrantes do Programa Produtor de Água, os quais utilizam esse instrumento financeiro como um incentivo para a melhoria da qualidade e quantidade dos corpos hídricos, e conservam ou restauram a vegetação para alcançarem as metas propostas. No Distrito Federal (GO) há o projeto na Bacia do Ribeirão Pipiripau, cuja necessidade de restauração florestal ficou evidenciada após conflitos de gestão para a captação de água de abastecimento público e processos de degradação ambiental. Na Bacia do Rio Benevente (ES), na Bacia do Rio Guandu (RJ) e no município de Extrema (MG), estratégico para a Bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiá (SP), também existe a implantação do Programa Produtor de Água por meio do reflorestamento ou conservação de fragmentos florestais localizados em nascentes.

Projetos para obtenção de créditos de carbono na restauração ou preservação de florestas devem seguir critérios estabelecidos pelo mercado, e em

algumas situações, a APP pode não apresentar as características exigidas para elegibilidade da proposta. Este trabalho apresenta uma revisão sobre a definição e a caracterização de APPs, a quantificação de carbono em florestas, o pagamento por serviços ambientais direcionado às APPs e em relação ao carbono sequestrado ou armazenado na floresta, além dos critérios exigidos na aprovação de um projeto de carbono. O objetivo foi avaliar indicadores de sustentabilidade de projetos de carbono como pagamento por um serviço ecossistêmico, a fim de verificar a viabilidade de aplicação em APPs, contribuindo para a valoração da restauração e da preservação dessas áreas.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

No Brasil as florestas localizadas ao longo de cursos d'água e nascentes são protegidas por lei, sendo denominadas Áreas de Preservação Permanente (APP). A Lei Federal 4771 de 1965, conhecida como Código Florestal, definiu metragens mínimas para faixas de preservação de acordo com a largura do rio (BRASIL, 1965). Também estabeleceu como áreas de preservação permanente encostas, topo de morro e declives acentuados, além de outras possibilidades declaradas pelo poder público. A Lei Federal 12.651, aprovada em 25 de maio de 2012, alterou o Código Florestal de 1965, mas manteve as APPs e suas funções, conforme o artigo 2º. A Figura 1 apresenta, de uma forma esquemática, os tipos de APP definidos pela lei (BRASIL, 2012).

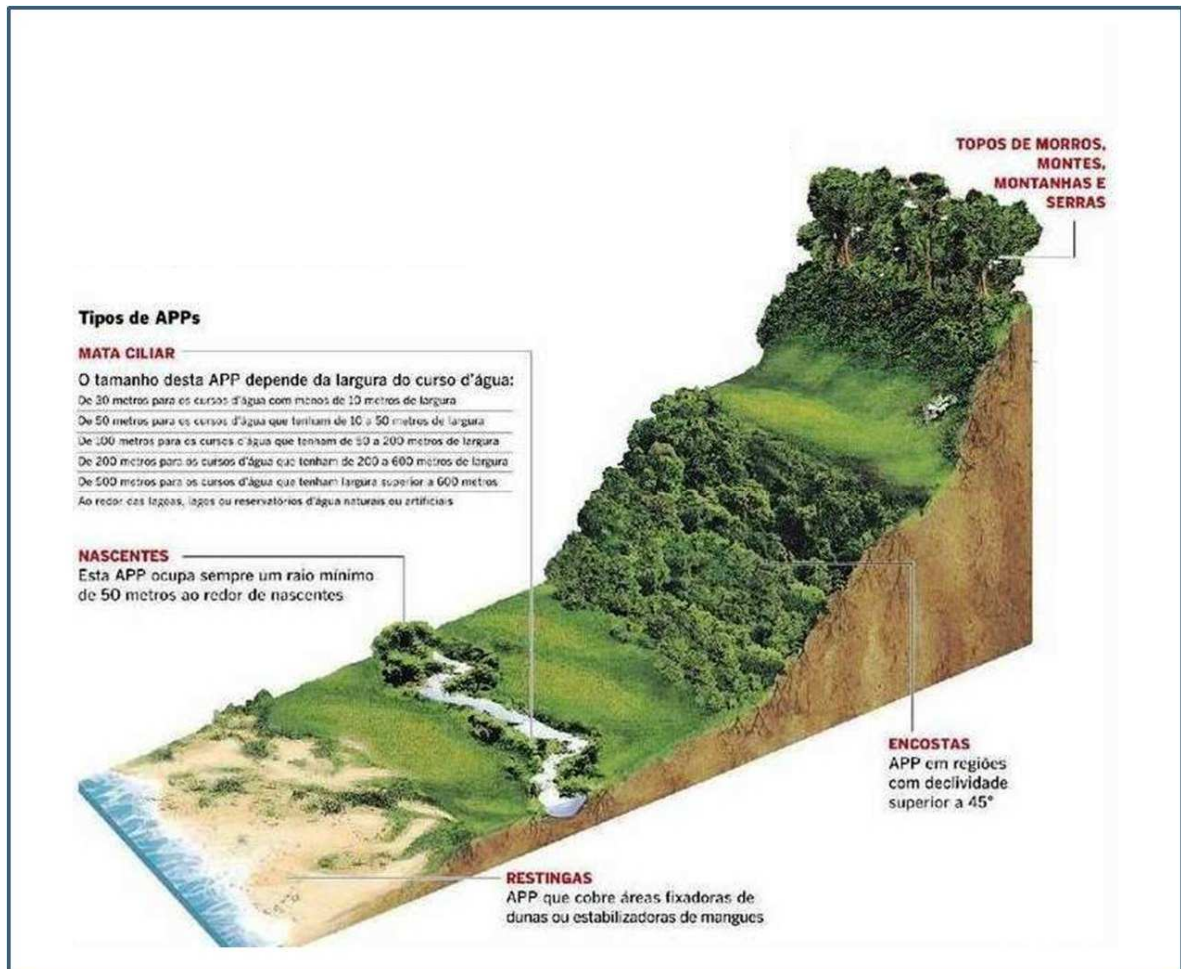


Figura 1 - Tipos de APP definidos pela Lei Federal 12.651/2012

Fonte: Farrell, Agência Estado, 2012.

Os reservatórios de água naturais ou artificiais também devem ter a faixa de proteção de APP às margens, mas a largura obrigatória depende se está localizado em área urbana ou rural e da área do espelho d'água. Nas nascentes e olhos d'água perenes o raio mínimo a ser preservado é de 50 metros, qualquer que seja sua situação topográfica. Encostas com 100% de declividade, manguezais, restingas, bordas de tabuleiros e chapadas, topos de morro ou montanha, áreas com altitude superior a 1.800 m e veredas também são áreas de preservação permanente. A legislação atual apresenta critérios para o regime de uso em APP, ou seja, o que pode ser realizado nessas áreas, desde que mantidas as funções ambientais e as características do meio.

No artigo 7º fica clara a obrigatoriedade de restauração das APPs definidas na legislação, além de condicionar autorizações para novas supressões somente com o cumprimento deste artigo. Por outro lado, em caso de utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental, poderá ser admitida a intervenção ou supressão em APP (art. 8º, Lei Federal 12.651/2012). Em situações de uso consolidado em APP, ou seja, intervenções antrópicas anteriores à 22 de julho de 2008, a exigência mínima para restauração da faixa de APP pode ser reduzida de 30 para até 5 metros de largura (propriedades com dimensão até um módulo fiscal ou produção familiar).

Nas pequenas propriedades ou posse rural familiar, em que a exploração se dá pelo trabalho do agricultor ou empreendedor familiar, é admitido para fins de recomposição das APPs, o plantio de espécies lenhosas, nativas e exóticas e sistemas agroflorestais com práticas agrícolas sustentáveis e que mantenham as características e funções do ecossistema (BRASIL, 2012).

A vegetação ripária, relacionada à rede de drenagem superficial, desempenha uma função ecológica de manutenção do equilíbrio do ecossistema aquático. Na geração do escoamento direto, atuam como áreas de acumulação de água e amenizam os picos de resposta hidrológica e eventos de chuva, aumentando a vazão de água nos períodos de estiagem, resultando em melhor regime de vazão. Atuam na qualidade da água, uma vez que é ecótono às margens d'água com vegetação, na ciclagem biogeoquímica de nutrientes advindos das áreas mais altas. Fonte de alimento para a fauna aquática, propiciam sombreamento e locais de nidificação no ambiente aquático e corredor de fluxo gênico na paisagem (LIMA; ZAKIA, 2001).

O processo biológico de absorção de CO<sub>2</sub> da atmosfera e sua fixação para formação de biomassa florestal é conhecido como um dos serviços ambientais das áreas florestais, denominado sequestro de carbono. A absorção positiva de CO<sub>2</sub> ocorre principalmente no período que compreende o crescimento e a morte e decomposição das plantas. Por esta razão, a floresta em crescimento e sua função ambiental passou a ser considerada como um mecanismo de redução de emissões de gases do efeito estufa, formalizado na Conferência de Kyoto em 1997, com critérios que dependem de

várias características para que uma área seja considerada elegível para compensação, como condições geomorfológicas, econômicas e políticas (YU, 2004). Avaliando o estoque de carbono desse tipo de vegetação, Rheinhardt e colaboradores (2012) encontraram somente 40% do potencial de uma floresta em estágio climax. O estudo concluiu que a restauração florestal melhora a qualidade e o armazenamento natural da água, além de contribuir para a redução de carbono atmosférico.

Uma das inovações apresentadas do texto em substituição ao Código Florestal de 1965, é a possibilidade do poder executivo instituir programa de apoio e incentivo à conservação, conciliando a produtividade agropecuária e florestal com redução dos impactos ambientais, buscando o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, um dos instrumentos previstos é o incentivo como retribuição monetária ou não, às atividades consideradas prestadoras de serviços ambientais, como o sequestro, aumento do estoque e diminuição do fluxo de carbono, a conservação dos serviços hídricos e a manutenção de APPs, entre outras apresentadas no artigo 41º da Lei Federal 12.651/2012.

Com a finalidade de incentivar a restauração florestal, a manutenção de APPs, reserva legal e de uso restrito "são elegíveis para pagamentos ou incentivos por serviços ambientais, configurando adicionalidade para fins de mercados nacionais e internacionais de reduções de emissões certificadas de gases de efeito estufa" (art. 41º, § 4, Lei Federal 12.651/2012).

A importância de incentivos para a restauração das APPs tem íntima relação com a função ambiental dessas áreas, previstas na Lei Federal 12.651/2012. Felipe (2009), em análise crítica sobre a função ecológica primordial das APPs, enfatiza que, segundo a interpretação jurídica, a ocupação nessas áreas é permitida desde que mantidas as funções ecológicas, e o autor considera que a restauração da cobertura florestal da APP não é primordial para o cumprimento de suas funções. Na visão de Jelinek (1996) existe obrigatoriedade de restauração das APPs para atendimento aos princípios constitucionais ambientais e normas infraconstitucionais ambientais de responsabilidade civil e administrativa. Segundo esta interpretação, a APP não precisa

estar em pleno desenvolvimento de suas funções para ser considerada de preservação permanente, pois o que determina sua condição de restrição de uso é a localização.

## 2.2 QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO EM FLORESTAS

Diversos estudos apresentam valores quantitativos de armazenamento, estoque ou sequestro de carbono por florestas. É possível encontrar diferentes metodologias e a difícil comparação também se refere aos tipos florestais e estágios de desenvolvimento. Os autores Schumacher e Witschoreck (2004) e Sanquetta *et al.* (2004) apresentam propostas detalhadas para a quantificação em biomassa de povoamentos florestais.

No relatório brasileiro sobre as emissões e remoções de carbono devido às alterações de uso do solo no período de 1990 a 1995, para a Mata Atlântica, os valores divulgados foram, respectivamente,  $11,3 \cdot 10^6$  t C.ano<sup>-1</sup> para desflorestamento e  $0,5 \cdot 10^6$  t C.ano<sup>-1</sup> para regeneração. Nesse caso, a metodologia utilizada foi a análise de imagens de satélite (Landsat 5) na escala 1:250.000 e trinta metros de resolução espacial. Para o bioma mata atlântica a área considerada foi definida pela Fundação SOS Mata Atlântica contendo os remanescentes mais significativos da vegetação original (MCT, 2004).

Para uma área de Floresta Ombrófila Mista Montana no sul do Paraná, Mognon (2011) utilizou inventários para determinação indireta do estoque de carbono no período de 11 anos. O autor concluiu que a área encontrava-se em equilíbrio dinâmico e, portanto, o estoque armazenado era superior à remoção de 0,31 t C.ha.ano<sup>-1</sup>. Dessa forma, o autor concluiu que o fragmento em questão poderia ser objeto de projeto REDD (desmatamento evitado), com viabilidade para 50 anos, contribuindo para a preservação da área.

Em um estudo conduzido na mata atlântica mineira, visando quantificar o armazenamento de carbono em vegetação de capoeira (pastagem abandonada em regeneração) encontrou um valor de  $9,50 \text{ t C.ha}^{-1} \pm 8,08 \text{ t C.ha}^{-1}$ , considerado um baixo estoque de carbono quando comparado a outros resultados em fragmentos de idades

semelhantes (RIBEIRO *et al.*, 2010). Os autores atribuíram esse valor ao formato do fragmento, à ação dos efeitos de borda e histórico da área (pastagem) pela menor produção de biomassa.

Rheinhardt *et al.* (2012) quantificaram o estoque de carbono em florestas ripárias em diferentes estágios e encontraram  $241,7 \text{ t C.ha}^{-1}$  para uma floresta madura (com mais de 50 anos de idade). As maiores concentrações de carbono foram encontradas nas folhas e serapilheira e não foi quantificado o estoque nas raízes e no solo (acima de 10 cm de profundidade). Em termos comparativos, a vegetação em regeneração apresentou um potencial de estoque entre  $25.10^6$  e  $50.10^6 \text{ t C.ha}^{-1}$ , em função da largura da vegetação (30 e 60 metros, respectivamente). O estudo apontou que o reflorestamento em áreas ripárias pode não só melhorar a qualidade e o regime de vazão da água, mas também incrementar o sequestro de carbono devido ao aumento da área de floresta em crescimento e desenvolvimento.

Em área com vegetação de mangue, Carvalho e Fonseca (2004) estimaram o sequestro de carbono em  $76,09 \text{ t C.ha}^{-1}$ , a partir do estudo de três espécies individualmente. Embora tenham encontrado um valor abaixo das referências utilizadas para o estudo, os autores consideraram o resultado satisfatório visto que o manguezal é caracterizado por poucas espécies de pequeno e médio porte.

Souza e Vieira (2011) avaliaram o total de carbono sequestrado e/ou acumulado em 8 anos, pelo reflorestamento com 161 indivíduos somaram 4,9 t de C e incremento anual de  $0,6 \text{ t de C.ano}^{-1}$ . O valor extrapolado para um hectare é de  $21,33 \text{ t C.ha}^{-1}$ , o que significa um incremento anual de  $2,66 \text{ t C.ha}^{-1}.ano^{-1}$ . Os autores consideraram que o histórico de perturbações da área reflorestada, como a falta de manutenções periódicas, reduziram o incremento anual.

Embora existam diversos dados para referência, o problema para as estimativas de emissões no Brasil é que a busca e coleta de informação não são adequadas, bem como a definição de indicadores para o monitoramento, considerando o custo de obtenção e armazenamento de dados (YU, 2004). Ocorre pouca preocupação institucional com a organização ou com o fornecimento de informação, principalmente no âmbito local. Não há legislação para a carência de informação e para



a padronização de metodologias de aquisição de dados e monitoramento (MCT, 2004). Os interesses econômicos estruturam o poder e a dinâmica das políticas de preservação do meio ambiente (ARAUJO, 2008).

## **2.3 O PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS**

Os ecossistemas ao redor do globo fornecem diferentes “serviços ambientais”, desde o fornecimento de matérias-primas madeiráveis ou não (inclusive recursos genéticos para indústria farmacêutica), paisagem cênica, manutenção de quantidade e qualidade da água, absorção e fixação de CO<sub>2</sub> atmosférico, ciclagem de nutrientes, proteção do solo, recreação humana e refúgio de animais silvestres. Os serviços ambientais de florestas são globais e alguns mecanismos de mercado são importantes para considerar a "externalidade" dos benefícios da silvicultura, como a comercialização de carbono, a certificação florestal, os acordos de bioprospecção, o “comércio justo” e as “obrigações de proteção e comercialização florestal”. A absorção de carbono pelas atividades terrestres, por exemplo, são significativas, representam de 15 a 30% das emissões globais anuais de combustíveis fósseis e atividades industriais diversas (ZANETTI, 2012).

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) ou ecossistêmicos tem sido considerado um importante instrumento global de gestão ambiental. Além dos benefícios ambientais, esse instrumento pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida local e regional. Desde o Relatório de Brundtland, de 1987, houve um aumento considerado da percepção global acerca do impacto das ações humanas na sobrevivência dos seres vivos e na qualidade de vida das populações. Diante da necessidade de diminuição da pobreza e desenvolvimento econômico, um novo paradigma de conservação ambiental surge como um desafio. O PSA é um conceito que aproxima a minimização dos problemas econômicos, sociais e ambientais. É o instrumento com aplicação cada vez maior para a conservação de florestas, por ser uma intervenção direta e mais eficiente. Ao invés de um comando-controle, em que o não cumprimento é punido, o PSA é uma forma de conciliar interesses distintos e

benefícios mútuos. São quatro tipos de PSA definidos: sequestro e estoque de carbono, proteção da biodiversidade, proteção de microbacias hidrográficas e beleza cênica (SEEHUSEN; PREM, 2011; WUNDER *et al.*, 2009; WUNDER, 2005).

Segundo Zanetti (2012), há um novo conceito de economia baseado na restrição de carbono, e as trocas internacionais de bens ambientais e o PSA são as mais importantes vertentes desse pensamento. Os instrumentos de regulamentação do mercado internacional têm a função de contribuir para a permanência dos serviços ambientais, como a avaliação prévia de impacto, medidas de prevenção, minimização ou correção de danos ambientais à água, ar, solo e problemas relacionados com resíduos, ruídos e ecossistemas. A OMC (Organização Mundial do Comércio) classifica o setor de serviços ambientais em: serviços de esgoto, serviços de aterragem de resíduos, serviços sanitários de forma geral e outros (reciclagem, barreira sonora, serviços de proteção do cenário rural e da natureza, e demais não-classificados). O autor afirma que, a conservação ecossistêmica ou o reconhecimento do serviço ambiental é fortemente condicionado ao desempenho econômico. Assim, é a razão econômica, ou a dependência do sistema econômico por recursos naturais, que aponta para a necessidade de uma política nacional de incentivo à conservação de bens e serviços ambientais.

Para os países em desenvolvimento, conforme discutido por Wunder (2005), existem alguns obstáculos que devem ser considerados para a implantação de PSA. O primeiro refere-se ao reconhecimento do serviço ambiental prestado e a aceitação de pagamento pelo usuário. O segundo é o pouco entendimento da dinâmica dos recursos para PSA, dos critérios exigidos e da disponibilização dos recursos às comunidades localizadas em áreas de difícil acesso, de forma que atenda os objetivos do projeto. Por último, o conceito do PSA, que deve ser entendido como um intermediário entre a economia racional e social. Assim, o autor apresenta a definição de PSA: "uma transação voluntária, na qual um serviço ambiental bem definido, ou uma forma de uso da terra que possa assegurar este serviço, é comprado por pelo menos um comprador, de pelo menos um provedor, sob a condição de que o provedor garanta a provisão deste serviço" (WUNDER, 2005, pág. 3).

O comprador de um serviço ambiental pode ser qualquer pessoa física ou jurídica que esteja disposto a pagar pelo mesmo. Os usuários dos serviços (PSA privados) ou o estado (PSA públicos), representando os usuários, atuam como compradores. Já quem possui o domínio ou o poder de garantir o serviço ambiental é o provedor, com definição de período no contrato de transferência. Os benefícios gerados pelo PSA podem atingir moradores locais diretamente, mediante o pagamento, ou por meio dos impactos positivos no meio ou na economia. Para tanto, há necessidade de articular meios de desenvolver a economia local e incentivar a aplicação dos recursos do PSA na origem (SEEHUSEN; PREM, 2011; WUNDER *et al.* 2009).

Nos Estados Unidos já são implementados programas de PSA desde 1985, em que o governo central é o comprador de serviços oriundos da restauração de áreas e boas práticas agrícolas (*Conservation Reserve Program - CRP*). No programa PSA da Costa Rica, desde 1996, o setor público atua beneficiando áreas de restauração e conservação. O esquema RISEMP é um exemplo de transação internacional, o primeiro da América Latina, envolvendo Colômbia, Costa Rica e Nicarágua. O PSA é aplicado em projetos de restauração por meio de sistema silvipastoril. O Equador possui projetos de amplitude local (Pimampiro) e regional (Profaflor), de iniciativas do governo municipal e companhias privadas, respectivamente (WUNDER *et al.*, 2009).

Santos *et al.* (2012) identificaram 33 iniciativas legislativas brasileiras, sendo 13 no âmbito federal (2 leis, 2 decretos e 9 projetos de lei) e 20 no âmbito estadual (14 leis e 6 decretos) até maio de 2012. As iniciativas foram organizadas em blocos de análise, federal e estadual, e podem ser observadas na Tabela 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Iniciativas legislativas no âmbito federal.

<b>Bloco de análise</b>	<b>Lei, decreto ou PL</b>	<b>Tema</b>
Política Nacional de PSA	Projeto de Lei 792/2007	Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.
Programa de Restauração e Conservação da Cobertura Vegetal	Projeto de Lei 3.134/2008	Programa Nacional de Restauração e Conservação da Cobertura Vegetal.
Fundo Clima	Lei 12.114/2009	Fundo Nacional sobre Mudança do Clima.
	Decreto 7.343/2010	Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Regulamento).
Programa de Apoio à Conservação Ambiental - Programa Bolsa Verde	Decreto 7.572/2011	Programa de Apoio à Conservação Ambiental - Programa Bolsa Verde (Regulamento).
	Lei 12.512/2011	Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais.
Sistema Nacional de REDD+	Projeto de Lei do Senado 212/2011	Sistema Nacional de REDD+.
	Projeto de Lei da Câmara 195/2011	Sistema Nacional de REDD+.

Fonte: SANTOS *et al.*, 2012.

Tabela 2 - Iniciativas legislativas no âmbito estadual.

<b>Bloco de análise</b>	<b>Lei, decreto ou PL</b>	<b>Tema</b>
Acre (Programa de Certificação)	Lei 2.025/2008	Programa Estadual de Certificação de Unidades Produtivas Familiares do Estado do Acre.
Acre (Sisa)	Lei 2.308/2010	Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Acre.
Amazonas (Bolsa Floresta)	Lei Complementar 53/2007	Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Amazonas.
	Lei 3.135/2007	Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas.
	Lei 3.184/2007	Altera a Lei estadual 3.135/2007 e dá outras providências.
	Decreto 26.958/2007	Bolsa Floresta do Governo do Estado do Amazonas.
Espírito Santo (Programa de PSA)	Lei 8.995/2008	Programa de Pagamento por Serviços Ambientais.
	Decreto 2168-R/ 2008	Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (Regulamento).
	Lei 9.607/2010	Altera e acrescenta dispositivos na Lei 8.995/2008.

Tabela 2 - Iniciativas legislativas no âmbito estadual (Continuação).

<b>Bloco de análise</b>	<b>Lei, decreto ou PL</b>	<b>Tema</b>
Minas Gerais (Bolsa Verde)	Lei 14.309/2002	Política Florestal e de Proteção à Biodiversidade no Estado.
	Lei 17.727/2008	Concessão de incentivo financeiro a proprietários e posseiros rurais (Bolsa Verde) e altera as Leis 13.199/1999 (Política Estadual de Recursos Hídricos) e 14.309/2002.
	Decreto 45.113/2009	Normas para a concessão da Bolsa Verde.
Paraná (Bioclima)	Decreto 4.381/2012	Programa Bioclima Paraná de conservação e restauração da biodiversidade, mitigação e adaptação às mudanças climáticas no estado do Paraná e dá outras providências.
	Lei 17.134/2012	Pagamento por Serviços Ambientais (em especial os prestados pela conservação da biodiversidade) integrantes do Programa Bioclima Paraná, bem como dispõe sobre o biocrédito.
Rio de Janeiro (PRO-PSA)	Lei 3.239/1999	Política Estadual de Recursos Hídricos.
	Decreto 42.029/2011	Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (Prohidro), que estabelece o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PRO-PSA), com previsões para florestas.
Santa Catarina (Pepsa)	Lei 14.675/2009	Código Estadual do Meio Ambiente e outras providências.
	Lei 15.133/ 2010	Política Estadual de Serviços Ambientais e Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (Pepsa) (Regulamento).
São Paulo (Projetos de PSA)	Lei 13.798/2009	Política Estadual de Mudanças Climáticas.
	Decreto 55.947/2010	Política Estadual de Mudanças Climáticas (Regulamento) e Programa de Remanescentes Florestais, que inclui o Pagamento por Serviços Ambientais.

Fonte: SANTOS *et al.*, 2012.

Os programas estaduais na Amazônia Legal (Amazonas e Acre) abrangem diversos tipos de serviços ambientais providos de comunidades tradicionais e produção familiar, com o envolvimento da administração pública. Apesar de leis indicarem requisitos de implementação específicos de cada programa, não contemplam obrigadoriedades recentes de regularização ambiental, como o Cadastro Ambiental Rural - obrigatório para todas as propriedades e instituído pela Lei Federal 12.651/2012. Em Santa Catarina, o comitê gestor do PSA é composto pela sociedade civil organizada e representantes de instituições e empresas públicas do estado. No Programa Bioclima, do Paraná, é previsto parcerias com o terceiro setor e um Comitê Científico para orientar e propor diretrizes para o programa (SANTOS *et al.*, 2012). A lei paranaense 17.134 de 2012, que institui o PSA ao provedor voluntário, define que os critérios para

estabelecer o valor quali-quantitativos, serão baseados no tamanho do imóvel e da área de cobertura vegetal nativa conservada, na qualidade biótica do remanescente e na região fitogeográfica e o enriquecimento da Floresta Ombrófila Mista com espécimes de *Araucaria angustifolia*.

A implantação do Projeto Conservador das Águas, como PSA no município de Extrema (MG), é um exemplo brasileiro de valorização da floresta pelo serviço que realiza para a manutenção dos processos hídricos. A motivação do programa foi a iminente escassez de água para a região metropolitana de São Paulo (SP), que depende do Sistema Cantareira implantado na Bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ). A região de Extrema faz parte do sistema de cabeceira da Bacia PCJ, apresenta o uso do solo predominante com agricultura e, por isso, é uma área estratégica para implantação do projeto de PSA e um exemplo a ser aplicado em outras áreas. A aplicação do pagamento considera os serviços de redução da erosão e sedimentação para a remuneração de proprietários que recuperam ou conservam nascentes localizadas na bacia (JARDIM, 2010). Contribuir para a manutenção da qualidade e quantidade de água também é o foco dos programas da Bacia do Rio Guandu e seus afluentes (RJ) e demais iniciativas do Produtor de Água existentes no Brasil, como no Espírito Santo e em Goiás. O Programa de Desenvolvimento Socioambiental da produção familiar tem o objetivo de evitar o desmatamento e diminuir o impacto das atividades agrícolas, considerando a redução no uso de agrotóxicos e a implantação de sistemas agroflorestais como práticas a serem remuneradas. Um projeto para incentivos à proteção de nascentes pela *The Nature Conservancy* (TNC) promove o pagamento por serviços ambientais no Brasil desde 1988 (POCIDONIO; TURETTA, 2012). Segundo ZANETTI (2012), o governo do Amazonas implantou o benefício Bolsa-Floresta, com o objetivo de preservação da cobertura florestal do estado. O valor do benefício é de até R\$ 600,00, a ser monitorado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

A abrangência dos projetos pode ser restrita ou ampla, como foi anteriormente apresentado nos exemplos. Também se observa a definição de um ou vários serviços integrados, bem como diferentes metodologias para a quantificação.

Somente projetos florestais para captura de carbono, no âmbito do MDL, possuem metodologia padronizada para aprovação. Um fator que dificulta um padrão nas metodologias para a quantificação e o monitoramento de serviços ambientais é o custo envolvido em todas as etapas. O valor dos serviços disponíveis deve ser maior que os custos de oportunidade dos provedores, ou seja, compensar as perdas pelo abandono da área e os custos de transação. Em contrapartida, os usuários devem estar dispostos a pagar por esses valores, formando um mercado de remuneração por serviços como qualquer outro já estabelecido comercialmente. Por outro lado, Wunder *et al.* (2009) apresentam duas ameaças aos serviços ambientais que um ecossistema pode fornecer. O primeiro é a alteração e a degradação da vegetação natural, reduzindo os benefícios gerados. O segundo refere-se aos impactos das mudanças climáticas globais na capacidade ou resiliência dos ecossistemas para o fornecimento de serviços.

A existência de uma política de PSA contribui para a regulamentação dos serviços, organiza o sistema político-administrativo para os mecanismos de remuneração e fiscalização. Desde 2011 foi aprovado o Projeto de Lei 792/2007 que institui a Política Nacional dos Serviços Ambientais, com o objetivo de disciplinar a atuação do poder público e aumentar a provisão de serviços ambientais visando o desenvolvimento sustentável no território nacional. São considerados os serviços de provisionamento (bens ou produtos ambientais de manejo sustentável), de suporte e regulação (aqueles que mantêm os processos e as condições ecossistêmicas) e serviços culturais (valores e manifestações da cultura humana). O Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA), foi subdividido em três subprogramas: Subprograma Floresta, Subprograma RPPN e Subprograma Água. O Subprograma Floresta atinge comunidades tradicionais, povos indígenas, assentados de reforma agrária e agricultores familiares. Já a aplicação em RPPN são para áreas reconhecidas e de até quatro módulos fiscais, excluídas as áreas de reserva legal e de preservação permanente. O Subprograma Água é direcionado a ocupantes regulares de áreas com até quatro módulos fiscais situadas em bacias hidrográficas de baixa disponibilidade e qualidade hídrica. Os recursos advindos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Lei Federal 9433/1997) poderão ser destinados a este subprograma desde que seja

prioridade do Comitê de Bacias. A participação no programa ocorre a partir do enquadramento em determinado projeto, comprovação do uso regular do imóvel e adesão a um instrumento de contrato específico.

## **2.4 MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL) E MERCADO VOLUNTÁRIO DE CARBONO**

Zanetti (2012) afirma que o mercado de carbono para florestas opera em todo o mundo e tem se estruturado ao longo dos anos. O Brasil participa principalmente por meio de plantações florestais e a valoração econômica das formações nativas será a principal motivação para a conservação no futuro. A tecnologia aplicada à silvicultura de nativas pode aumentar o valor das florestas, aliado a políticas públicas de consolidação de um mercado para produtos (principalmente os não madeireiros) e serviços ambientais florestais. Sabe-se que o crescimento da economia gera mais emprego e aumenta a renda, possibilitando o desenvolvimento da capacidade tecnológica e da intensidade de seu uso. Dessa forma, um dos grandes desafios para a valoração dos serviços ambientais das florestas, como um produto oriundo de uma área de vegetação nativa, é o reconhecimento dessa função ecossistêmica e seu reflexo na sociedade, a fim de que ocorra a troca do serviço ambiental pelo valor monetário.

O mercado de carbono surgiu do acordo mundial do Protocolo de Quioto, em 1997, após a Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (1992). Nessa convenção, foi definida a Convenção das Partes (países) - COP e um grupo denominado Anexo 1, cujos integrantes são países desenvolvidos que necessitam reduzir suas emissões. O Protocolo de Quioto visa a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE) e apresenta critérios e diretrizes para utilização de mecanismos de mercado visando reduzir os custos da mitigação e incentivar projetos sustentáveis em países em desenvolvimento, denominado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL (ROCHA, 2003; SATYANARAYANA, 2004; ARAUJO, 2008).



O Acordo de Bonn em 2001, na Alemanha, garantiu a permanência do Protocolo de Quioto após a saída dos Estados Unidos do COP. O acordo de Marrakesh (2001) estabeleceu as regras operacionais, mas somente em 2003, na Itália, as definições e modalidades do MDL foram estabelecidas. O Brasil ratificou o Protocolo de Quioto em 2002, sendo integrante do COP e considerado um país importante para o MDL devido às possibilidades de projetos sustentáveis (ROCHA, 2003; SATYANARAYANA, 2004).

A proposta do MDL consiste em que cada tonelada de CO<sub>2</sub> deixada de ser emitida ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento pode ser negociada no mercado interno como um atrativo econômico para projetos sustentáveis. A compra de Certificado de Redução de Emissões (CER) de países em desenvolvimento pode ser realizada por empresas que não consigam ou não desejam reduzir suas emissões. Há três modalidades de MDL: i) fontes renováveis e alternativas de energia; ii) eficiência e conservação de energia; iii) reflorestamento e estabelecimento de novas florestas (MAY, 2011; ROCHA, 2003; ZANETTI, 2012).

As atividades de uso da terra, mudança de uso da terra e florestas (LULUCF, sigla em inglês) sempre foram motivo de controvérsias no processo de negociação da Convenção do Clima. Um projeto de reflorestamento para geração de créditos de carbono por meio do MDL precisa ser aprovado por uma autoridade nacional e certificado por instituições credenciadas pelo Conselho Executivo do COP. A metodologia do projeto deve ser baseada em conhecimento científico, utilizada por um longo período para registro, quantificação e monitoramento, caso contrário não será aceito pelo grupo de trabalho que analisa as propostas para o reflorestamento e o desmatamento evitado (A/R) e os aprova junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC). Para atividades fora do âmbito do MDL é necessária a auditoria por terceiros, exigência que varia de acordo com o mercado e os operadores (ZANETTI, 2012; ARAUJO, 2008; SATYANARAYANA, 2004; ROCHA, 2003).

Os critérios de Mensuração, Relatório e Verificação (MRV) garantem que a atividade será implantada, adequadamente conduzida e a mitigação comprovada do

CO<sub>2</sub> atmosférico. O estabelecimento do projeto precisa atender dois princípios: a adicionalidade e a definição da linha de base (*baseline*). A linha de base é a emissão antes da implantação (considerada a emissão sem a existência do projeto), enquanto a adicionalidade significa a contribuição que as atividades propostas poderão atingir na redução das emissões (ZANETTI, 2012; SEEHUNSEN; PRIM, 2011; ARAUJO, 2008; SATYANARAYANA, 2004; ROCHA, 2003).

Conforme as metodologias exigidas para projetos de MDL, a linha de base deve ser apresentada a fim de expressar claramente sua aplicabilidade, bem como um resumo com a definição dos fluxos de carbono a serem medidos e a determinação da elegibilidade e os limites do projeto. É preciso fazer a estratificação *ex-ante* do projeto, determinar a ocorrência de adicionalidade, calcular o sequestro *ex-ante*, estimar as fugas e o sequestro líquido e antropogênico *ex-ante*. Nos documentos é obrigatório apresentar os procedimentos para coleta, armazenamento de dados e cálculo das incertezas, o plano de monitoramento, a estratificação do projeto e metodologia de amostragem, realizar os cálculos *ex-post*, estimar o sequestro da linha de base, líquido, fugas e sequestro antropogênico *ex-post*, apresentar os procedimentos para coleta de dados e cálculos de incertezas *ex-post*. As estimativas *ex-ante* relacionam-se às operações e estimativas do período anterior até o início do projeto, enquanto os valores de *ex-post* envolvem o monitoramento, em intervalos de 1 ano, 5 anos ou até 20 anos após o início do projeto (ZANETTI, 2012; SEEHUNSEN; PRIM, 2011).

As metodologias utilizadas em projetos de MDL aprovados para a plantação de florestas incluem, além do plantio, a condução da regeneração natural e implantação de sistemas agroflorestais, o uso industrial ou comercial das árvores (plantios homogêneos de exóticas, como no caso do eucalipto como fonte renovável de energia). A definição da metodologia baseia-se nas condições atuais da área do projeto, o nível de degradação e a capacidade natural de regeneração, demonstrando a aplicabilidade da proposta. Esta, por sua vez, determina a linha de base dos projetos. As emissões e fugas dos projetos consideram as emissões oriundas da implantação das atividades, normalmente relacionadas à fertilização, queima de combustíveis e biomassa e uso de madeira para cerca (ZANETTI, 2012).

No Equador, o projeto de reflorestamento de espécies nativas da bacia formada pelos rios Mira e Pachijal é um exemplo de pagamento pelo carbono sequestrado pela floresta. O reflorestamento proposto é em área de pastagem degradada, sem obrigatoriedade de restauração, o que caracterizou a adicionalidade. As mudas e a mão de obra são de fornecedores locais, envolvendo a população e favorecendo o desenvolvimento regional. O projeto contribui para a conservação do solo, manutenção da biodiversidade e atenuação dos GEE. Na região ocorrem várias espécies de pássaros e a atividade econômica baseia-se no turismo (KROHNKE, 2011).

Para Coelho (2007) projetos de restauração florestal em pequenas propriedades visando o pagamento por serviços ambientais referentes à Redução Certificada de Carbono, por meio do ciclo do MDL, devem superar as barreiras em relação à metodologia aprovada e aplicável, comprovação da adicionalidade (pela obrigatoriedade ou não de restauração das APPs), custos processuais, custos administrativos e limite de compra dos créditos pelos países do Anexo I. No mercado voluntário, é possível a negociação de créditos gerados por projetos de restauração voluntária desde que haja compradores e a metodologia para quantificação seja aceita.

Segundo Yu (2004) existem três tipos de projetos de carbono: projetos comerciais, projetos de conservação e projetos de desenvolvimento. A visão comercial prioriza a redução de emissões e melhora a imagem competitiva da organização. Para a conservação são considerados projetos que contribuam com os benefícios ecológicos secundários, incluindo a fixação de carbono. Já os projetos de desenvolvimento aliam os objetivos sociais e ambientais enquanto ocorre a fixação de carbono.

Projetos na área florestal não apenas atuam na “mitigação”, mas também no “retrocesso” dos níveis de GEEs na atmosfera. O mercado de Quioto poderia ser o financiador parcial de atividades florestais baseados em espécies nativas de cada região, promovendo a restauração florestal de áreas historicamente degradadas. Em estudo de caso, Rezende *et al.* (2012) concluíram que o reflorestamento foi uma atividade de alto valor agregado, com múltiplas oportunidades de retornos e alinhado com os pressupostos do MDL. No entanto, os autores salientaram, é um investimento

de longo prazo e exige um aporte de recursos significativos na implantação do projeto. A renda proveniente de créditos de carbono favorece um fomento econômico para os pequenos proprietários rurais e para os consórcios de produtores. Os retornos com projetos de uso múltiplo da floresta, durante o ciclo produtivo, aliado aos créditos de carbono, são atrativos quando comparados à outras oportunidades de investimentos em propriedades rurais.

Embora sejam reconhecidos os efeitos de plantios com espécies exóticas de rápido crescimento, há pouca informação sobre o reflorestamento de nativas, em especial na Mata Atlântica (TENORIO; COSTA, 2008). Os autores testaram um modelo interativo de viabilidade econômica de reflorestamento ciliar com benefício gerado pela venda de créditos de carbono (RCE), simulando a alternância das variáveis mais significativas (modelo e densidade de plantio, adubação, periodicidade das verificações, certificações e venda das RCEs). A hipótese inicial de que a receita gerada pelas RCEs poderia ajudar a financiar parte das atividades florestais em matas ciliares não foi comprovada no estudo de caso. A área a ser plantada deveria ser maior, além das faixas de APPs exigidas pela legislação, e o prazo do projeto foi considerado arriscado para o regimento do mercado de carbono (mudança de regras, critérios e valores).

Atividades em pequena escala de reflorestamento no âmbito do MDL são as atividades que devem gerar remoções de até 8.000 t CO<sub>2</sub> por ano, desenvolvidas por comunidades e indivíduos de baixa renda. Entre os critérios definidos para projetos de MDL com reflorestamento, nesses casos, o valor mínimo de cobertura de copa das árvores é de 30% e a altura mínima de 5 metros, em uma área mínima de 1,0 ha. As áreas elegíveis para reflorestamento não podem ter sido desmatadas após 31 de dezembro de 1989 (ZILIOTTO *et al.*, 2004; COELHO, 2007).

O valor pago pelos créditos de carbono em caso de pequenas propriedades é baixo em relação ao custo do reflorestamento, além da dificuldade de atendimento aos critérios rígidos para a verificação do MDL (ROCHA, 2003; REZENDE *et al.* 2006; COELHO, 2007; TENORIO; COSTA, 2008). O comércio de crédito de carbono demanda profissionais para gerenciar recursos de investidores institucionais e para a efetiva busca por capital para desenvolvedores de projetos mitigadores de GEE

(ARAUJO, 2008). Casarim *et al.* (2011) visando o reflorestamento de florestas ripárias nos Estados Unidos para créditos de carbono, concluiu que embora muitos benefícios pudessem ser gerados a partir da proposta, os preços aplicados para os créditos de carbono não poderiam custear a implantação do projeto e o retorno financeiro. O custo de implantação na área da bacia seria alto, principalmente devido às condições climáticas, edáficas e do estado de degradação, desfavoráveis ao desenvolvimento de florestas.

Uma outra forma importante para o pagamento pelo carbono em florestas é o mercado voluntário, ou *Voluntary Carbon Standard* (VCS), que adota os mesmos critérios para validação de projetos que o MDL em termos de adicionalidade e impactos sobre o desenvolvimento sustentável local. São duas etapas de validação de créditos de carbono florestais para evitar os riscos de permanência, um painel de especialistas e a conformidade com o padrão VCS (MAY, 2011).

Para organizações e instituições que consideram importante o combate ao aumento das emissões antrópicas, aliado ao *marketing* ecológico, o mercado voluntário de redução é o mais procurado. Dessa forma, elas estariam contribuindo para a mitigação dos efeitos dos GEEs e fortaleceriam a imagem institucional de empreendimentos sustentáveis. Mas a definição de uma metodologia que consiga detalhar todos os fluxos do carbono, bem como monitorar essas entradas e saídas para cada espécie, é a grande dificuldade encontrada para dar credibilidade à metodologia do combate ao desmatamento. Diferentes respostas de mitigação de GEEs podem ser obtidas em situações ou tecidos vegetais distintos, além das contribuições individuais de cada componente da biodiversidade. A identificação e o monitoramento dessas características às mudanças climáticas são necessários para a definição de um mecanismo que permita valorar a função da biodiversidade e, a partir desse conhecimento, elaborar um mecanismo financeiro de compensação pelo serviço ambiental (ZANETTI, 2012).

Além desses aspectos da biodiversidade, as experiências de PSA em Mata Atlântica analisados por May (2011), demonstram que a escala dos projetos varia (de 5 ha para nativas até 23 mil ha para eucalipto), bem como o tamanho das propriedades.

Normalmente são propriedades de pequeno porte (até 10 ha ou entre 11 e 50 ha) e envolvem a restauração com sistemas agroflorestais. Nas de maior porte (entre 100 e 500 ha), mais atrativas aos pagadores, são utilizados os projetos comerciais com espécies exóticas. Investidores sugerem que uma escala mínima de plantio para sequestro de carbono seja de 1 mil hectares, devido aos custos de transação envolvidos.

Projetos de carbono em áreas rurais que apresentam a função social como um dos objetivos, semelhante aos sistemas agroflorestais, são menos competitivos devido aos custos e a baixa eficiência no sequestro de carbono. O mercado global não considera pequenas áreas elegíveis para projetos, pois não seriam significativas as reduções em termos quantitativos de carbono sequestrado. Para que os possíveis benefícios contemplem pequenas propriedades rurais ainda é necessária intervenção política governamental, a fim de diminuir os custos dos projetos e beneficiar os aspectos sociais reduzindo os riscos do mercado global e promovendo a sustentabilidade local (YU, 2004; ZILIOTTO *et al.*, 2004). Para o Brasil, a regulamentação da lei que instituiu o PSA é o que definirá os aspectos que poderão beneficiar pequenas áreas com iniciativas de conservação em todo o território.

Mas a partir dessa visão de benefícios sociais que um projeto de carbono pode resultar, surgiu o conceito de carbono social. Dessa forma, não só o carbono absorvido mas também os critérios para melhoria das condições de vida das comunidades envolvidas são considerados para avaliação e monitoramento. A metodologia aplicada garante que as decisões são tomadas a partir da opinião das pessoas que fazem parte da comunidade. É um processo que valoriza as características e potencialidades individuais, de forma participativa e holística, interagindo com outros segmentos da sociedade (instituições do governo e organizações não governamentais). As características do meio, como o potencial de biodiversidade, são identificados para objetivos de médio e longo prazo, buscando a inclusão social e a formação de cidadania durante todo o processo (REZENDE; MERLIN, 2004).

Pode-se afirmar que a metodologia de um projeto de carbono social incorpora um conjunto de seis recursos: biodiversidade, recursos naturais e serviços ambientais, recursos financeiros, recursos humanos, recursos sociais e carbono. Os indicadores considerados para o carbono social incluem desde o tipo de práticas de manejo para sequestro de carbono, a ocorrência de áreas com elevado grau de endemismo e de importância para a conservação (*hotspot*), a melhoria na qualidade de solos e da água, o aumento da geração de renda, a segurança alimentar, a participação nas decisões e capacitação dos envolvidos. Por se tratar de características específicas de acordo com a comunidade e o local de desenvolvimento são ferramentas úteis para avaliar os efeitos sociais de projetos de carbono e de políticas públicas de manejo de recursos naturais (REZENDE; MERLIN, 2004).

Com o objetivo de propiciar o pagamento por serviços ambientais nos países em desenvolvimento, para compensação de emissões geradas nos países desenvolvidos, surgiu a proposta de Redução de Emissões do Desmatamento e Degradação, sob as siglas REDD (Redução do Desmatamento e da Degradação Florestal - conserva o carbono) e REDD+ (Aumento da cobertura florestal, Conservação e Manejo Florestal Sustentável - aumenta o carbono). Os sistemas para aprovação de projetos REDD ou REDD+ precisam ser Mensuráveis, Relatáveis e Verificáveis (MRV), de forma transparente, consistente, comparável e acurada. A centralização pelos governos implica em altos custos de transação. É o sistema nacional de monitoramento que define as metodologias de estimativas, monitoramento e aplicabilidade de acordo com o IPCC: redução de emissões do desmatamento e de emissões da degradação, aumento de sequestro e estoque com o manejo florestal sustentável. A linha de base deve ser estabelecida a partir de métodos de mensuração do desmatamento que considerem macro escalas regionais: análise de imagens de toda a região, amostragem, sistemática (seleção de áreas dentro de uma região pré-determinada) e estratificada (categorias). O resultado da aplicação dessa metodologia é a contribuição total do projeto para reduzir as emissões que ocorreriam na sua ausência, em  $t\ C.ha^{-1}$ , para biomassa e ou carbono orgânico do solo (ZANETTI, 2012).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados para a discussão sobre a quantificação de carbono em áreas florestais e a viabilidade de projetos aplicados em áreas de preservação permanente baseiam-se em periódicos e publicações científicas, documentos oficiais governamentais e legislação federal.

A partir do documento denominado Marco Regulatório sobre Pagamento por Serviços Ambientais no Brasil (SANTOS *et al.*, 2012), foram identificados os estados que possuem legislação que contemplam PSA. Nesse documento também foi possível obter informações sobre os critérios considerados para o PSA em diferentes estados brasileiros.

Os valores quantitativos de carbono em florestas, encontrados na revisão bibliográfica, foram organizados em tabela para facilitar a comparação de dados e a discussão acerca das diferenças existentes entre tipologias florestais e estágio de desenvolvimento.

Na busca de indicadores para avaliação e monitoramento de projetos de carbono aplicados em APP, foram encontrados alguns autores que contribuem para essa seleção. Silva e Brasil Júnior (2001) propuseram indicadores sociais, ambientais e econômicos para avaliação de projetos no âmbito de MDL. May (2009) sugeriu indicadores para sistemas agroflorestais na provisão de serviços ambientais. Por ser a agrofloresta uma atividade considerada em programas de PSA visando à restauração de florestas em pequenas propriedades, considerou-se que são indicadores importantes para a avaliação em projetos de carbono em APP. Em situações de desmatamento evitado, os princípios e critérios para projetos de REDD+ (IMAFLORE, 2010) são utilizados na avaliação dos projetos e contribuem para a discussão proposta de aplicação em APP.

Finalizando, com o foco de implantação do Código Florestal (Lei 12.651/2012), Helou *et al.* (2012) propuseram indicadores de sustentabilidade para a avaliação de projetos de aplicação da lei. Os autores consideraram que o objetivo da lei é a produção agrícola sustentável aliada à conservação e bom manejo de florestas e,



por isso, os indicadores seriam importantes para verificar a efetividade de aplicação da lei.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O maior potencial para créditos de carbono na área florestal está nos mercados voluntários, envolvendo empresas, governos, eventos e indivíduos interessados em melhorar a imagem pública. Em alguns casos os créditos têm sido considerados pelos critérios de qualidade, como o ISO 14064, o padrão MDL, o *Climate, Community and Biodiversity Alliance* (CCBA), o *Voluntary Carbon Standard* (VCS), e os critérios e indicadores de manejo florestal sustentável. Os valores comercializados nesses mercados variam entre US\$ 6 e 10 / t CO<sub>2</sub>eq (CATIE, 2007). A Figura 2 apresenta os estados brasileiros que possuem lei que institui o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), sendo que em São Paulo e no Amazonas já é previsto PSA relacionado às mudanças climáticas.

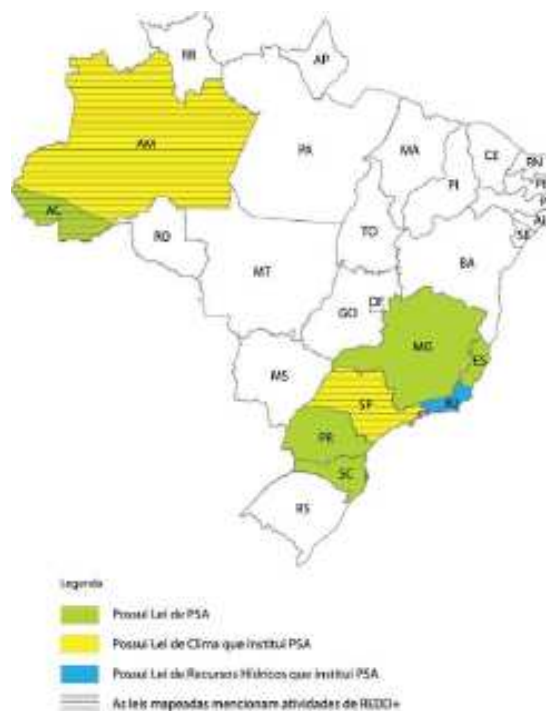


Figura 2 - Estados brasileiros com leis instituídas de PSA.  
Fonte: SANTOS *et al.* (2012).

A valoração das Áreas de Preservação Permanente (APPs) depende de características diversas e do instrumento utilizado para essa avaliação, com atuação voluntária ou imposta por obrigações legais. No caso de pagamento indireto, como

isenção ou desconto em impostos, é necessária a existência comprovada da área e, em alguns casos, averbada em matrícula. O Programa Bolsa Verde, criado em 2011 para apoiar famílias em situação de extrema pobreza que desenvolvem atividades de conservação ambiental, está inicialmente direcionado aos estados da Amazônia Legal (SANTOS *et al.*, 2012). Nesses casos, é indiferente as características qualitativas para a quantificação do valor da área, como o estágio de regeneração, desenvolvimento da cobertura florestal ou área foliar. Ainda assim, é um incentivo para o cumprimento da legislação na propriedade rural. No Programa Federal Fundo Clima, as atividades de restauração e restauração florestal priorizam áreas de reserva legal e de preservação permanente, e a implementação de sistemas agroflorestais (SANTOS *et al.* 2012).

Para a quantificação total de carbono em uma área, a fim de caracterizá-la para projetos de carbono, considera-se a amostragem estratificada por tipo de uso da terra, tipo de vegetação e método utilizado para obtenção de dados. Para a quantificação de biomassa das espécies vegetais o método pode ser destrutivo, com o corte e determinação da massa das partes das árvores selecionadas em parcelas, ou não-destrutivo por meio de variáveis dendrométricas (diâmetro e altura das árvores) e equações para estimativa da biomassa (CARVALHO; FONSECA, 2004).

Diversos estudos apresentam valores quantitativos de armazenamento, estoque ou sequestro de carbono por florestas. É possível encontrar diferentes metodologias e a difícil comparação também se refere aos tipos florestais e estágios de desenvolvimento. Os autores Schumacher e Witschoreck (2004) e Sanquetta *et al.* (2004) apresentam propostas detalhadas para a quantificação em biomassa de povoamentos florestais. A Tabela 3 apresenta um resumo dos valores encontrados de acordo com o tipo florestal e a indicação das referências.

Tabela 3 - Quantificação de carbono em florestas.

Tipo Florestal			Carbono	Referência
Floresta Montana	Ombrófila	Mista	0,31 t C.ha.ano <sup>-1</sup>	MOGNON (2011)
Floresta ripária em regeneração			25.10 <sup>6</sup> t C.ha <sup>-1</sup> 50.10 <sup>6</sup> t C.ha <sup>-1</sup>	RHEINHARDT <i>et al.</i> (2012)
- 30 m de largura				
- 60 m de largura				
Floresta ripária madura			241,7 t C.ha <sup>-1</sup>	RHEINHARDT <i>et al.</i> (2012)
Mangue			76,09 t C.ha <sup>-1</sup>	CARVALHO; FONSECA (2004)
Pastagem	abandonada	com		RIBEIRO <i>et al.</i> (2010)

regeneração natural	$9,50 \text{ t C.ha}^{-1} \pm 8,08 \text{ t C.ha}^{-1}$	
Reflorestamento com nativas	$21.338,04 \text{ t C.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$	SOUZA; VIEIRA (2011)
Regeneração natural	$0,5 \cdot 10^6 \text{ t C.ano}^{-1}$	MCT (2004)

Melo e Durigan (2006) utilizaram variáveis dendrométricas em avaliações de modelos de restauração florestal com diferentes idades, em região de Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica) e em domínio de Cerrado, relacionando as características edáficas com a produção de biomassa florestal. Os autores encontraram valores mais elevados em região florestal, sobre solos argilosos e de alta fertilidade. As maiores taxas de incremento em biomassa ocorreram entre três e cinco anos, reduzindo-se a partir do décimo ano, quando diminuem as pioneiras, geralmente plantadas em alta densidade nos modelos sucessionais. Áreas com menor densidade de pioneiras e árvores provenientes de regeneração natural apresentaram altas taxas de incremento médio mesmo com idade mais avançada.

Em termos de quantificação de carbono, a composição de espécies pareceu desempenhar maior influência do que a densidade de plantio na produção de biomassa (MELO; DURIGAN, 2006), enquanto o volume de raízes apresentou ser significativo para a contribuição total de biomassa produzida (FORSTER; MELO, 2007). Esses resultados devem ser considerados para o planejamento de projetos de reflorestamento visando sequestro de carbono.

Silva e Brasil Junior (2001), discutindo os aspectos da sustentabilidade em projetos de carbono, salientam que do ponto de vista econômico depende dos valores de mercado e da real taxa de captura na sucessão secundária, o que diminui a garantia de sustentabilidade dos projetos de restauração florestal de áreas degradadas. As técnicas de manejo executadas para a restauração do ecossistema podem interferir nos aspectos ambientais enquanto o projeto deve transferir benefícios para as comunidades locais, tornando-se socialmente justo. Os autores consideram que esses aspectos devem ser observados para o estabelecimento de indicadores de sustentabilidade para a avaliação e monitoramento de projetos de sequestro de carbono. Os indicadores podem estar relacionados ao carbono assimilado anualmente e é possível a utilização de metodologias de ponderação para avaliação numérica da sustentabilidade. Dessa forma, o projeto deve ser eficiente tanto no processo de captura de carbono quanto em

relação à garantia de sustentabilidade nas dimensões econômica, social e ambiental. O período recomendado como base para avaliação dos processos e melhorias é de um ano. Os autores propuseram indicadores sociais, ambientais e econômicos para avaliação de projetos de carbono, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Indicadores sociais, ambientais e econômicos.

<b>Indicador</b>	<b>Nome</b>	<b>Definição</b>	<b>Unidade</b>
Aspectos sociais	<b>IS1</b> - Indicador de apoio a processos educativos	Investimento do projeto em educação na comunidade	R\$/t C
	<b>IS2</b> - Indicador de apoio a saúde local	Investimento do projeto em saúde comunitária	R\$/t C
	<b>IS3</b> - Indicador de emprego	Empregos locais gerado pelo projeto	Número de postos/t C
	<b>IS4</b> - Indicador de eficácia em projetos sociais	Indicador de eficácia sobre os investimentos em saúde e educação na comunidade	
	<b>IS5</b> - Indicador demográfico	Taxa de migração	% variação populacional
Aspectos econômicos	<b>IE1</b> - Investimento Direto	Investimento total do projeto	R\$/t C
	<b>IE2</b> - Custo operacional	Valores relativos ao custo de manejo e manutenção	R\$/t C
	<b>IE3</b> - Indicador de PIB da comunidade	Variação do PIB local	R\$/t C
	<b>IE4</b> - Mercado do Carbono	Valor de mercado da tonelada de carbono fixado	R\$/t C
Aspectos ambientais	<b>IA1</b> - Uso de agroquímicos	Peso de produtos agroquímicos Utilizados	kg/t C
	<b>IA2</b> - Uso de energia	Energia utilizada (elétrica, motores, etc.)	kWh/t C
	<b>IA3</b> - Biodiversidade	Número de espécies nativas utilizadas	Número de espécies/t C
	<b>IA4</b> - Eficiência de captura	Valor de carbono assimilado por unidade de área	t C/ha

Fonte: Silva e Brasil Junior (2001).

Um trabalho interessante para a discussão de indicadores visando a restauração de APPs foi desenvolvido por May (2009) no estado do Espírito Santo. O autor verificou a aplicação de indicadores para o pagamento de serviços ambientais em sistemas agroflorestais (SAFs), implantados em propriedades rurais, a fim de ampliar a aplicação da Lei Estadual 8995/2008. Já que a lei federal permite a utilização desses sistemas na restauração de APPs, torna-se importante a verificação e o monitoramento

para avaliação e comprovação dos benefícios gerados pelos SAFs. A Tabela 5 resume os indicadores sugeridos pelo autor.

Tabela 5 - Indicadores de SAFs para verificar provisão de serviços ambientais.

<b>Funções Socioambientais dos SAFs</b>	<b>Indicadores</b>
Proteção de nascentes	Proximidade de nascente à área do SAF
Conectividade dos corredores	Remanescente de floresta adjacente ao SAF
Redução de erosão	Redução de sedimentos nos cursos de água nos períodos de chuva
Melhoria da estrutura e qualidade solo	Formação de camada orgânica no solo
Promoção de infiltração e esfriamento do solo	Espessura de serapilheira e cobertura morta
Habitat para fauna silvestre	Observação de pássaros e espécies ameaçadas no SAF
Promoção de regeneração de florestas	Ocorrência de árvores frutíferas nativas abundantes no SAF
Recomposição de estoques de carbono terrestre	Incremento na área basal dos componentes arbóreos
Estabilidade de renda	Diversidade de componentes econômicos no SAF
Valor agregado aos produtos	Processamento de produtos para mercado
Trabalho familiar aproveitado	Proporção da mão-de-obra familiar utilizada no SAF
Consumo familiar sustentável	Alimentação familiar obtida do SAF e/ou quintal

Fonte: MAY, 2009.

Em 2010 várias organizações da sociedade civil, com atuação na Amazônia, elaboraram os Princípios e Critérios (P&C) Socioambientais de REDD+ (IMAFLOA, 2010). Embora tenham sido definidos para aplicação de projetos em comunidades específicas visando o desmatamento evitado, podem ter ampla utilização além de serem considerados um ponto de partida na avaliação de áreas florestais para remuneração pelo carbono sequestrado e armazenado. Na Tabela 6 podem ser observados os P&C definidos para REDD+.

Tabela 6 - Princípios e Critérios aplicados à REDD+ na Amazônia.

<b>Princípios</b>	<b>Critérios</b>
1. Cumprimento legal	Atendimento aos requerimentos legais e acordos internacionais aplicáveis.
2. Reconhecimento e garantia de direitos	Reconhecimento e respeito aos direitos de posse e uso da terra, territórios e recursos naturais.
3. Distribuição dos benefícios	Distribuição justa, transparente e equitativa dos benefícios que resultarem do pagamento por serviços ambientais.
4. Sustentabilidade econômica, melhoria da qualidade de vida e redução da pobreza	Contribuição para a diversificação econômica e sustentável do uso dos recursos naturais.
5. Conservação e restauração ambiental	Contribuição para a conservação e restauração dos ecossistemas naturais, da biodiversidade e dos serviços ambientais.
6. Participação	Participação na elaboração, tomada de decisão e implementação de programas de PSA
7. Monitoramento e transparência	Disponibilidade plena de informações relacionadas aos programas de PSA.
8. Governança	Articulação e alinhamento entre as políticas e diretrizes nacionais, regionais e locais para PSA.

Fonte: IMAFLORA, 2010.

Helou *et al.* (2012) organizaram indicadores de sustentabilidade para adoção na gestão ambiental de ecossistemas em um projeto com aplicação das normas do Código Florestal (Lei Federal 12.651/2012). A Tabela 7 apresenta o resultado da compilação de informações obtidas pelos autores.

Tabela 7 - Indicadores de sustentabilidade para aplicação do Código Florestal.

Dimensão e Objetivo	Indicadores de Sustentabilidade
Ambiental: preservar o meio ambiente.	Queimadas e incêndios florestais Área remanescente e desmatamento Espécies de flora, fauna terrestre e aquática, extintas e ameaçadas de extinção Unidades de Conservação Acesso ao abastecimento de água potável e ao esgotamento sanitário Distribuição dos imóveis rurais: médio, grande, propriedade familiar, minifúndios Área de preservação ambiente, reserva legal, área rural consolidada Controle da erosão Extração, indústria e comércio de produtos ou subprodutos florestais Cota de Reserva Florestal Licenças e registro no IBAMA de moto-serras Instrumentos de controle da exploração florestal em geral – contratos, convênios, acordos e concessões Sequestro de carbono (em milhões de t C.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> ).
Social: melhorar a qualidade de vida e promover justiça social.	População residente em áreas florestais e taxa média geométrica de crescimento anual Oferta de serviços básicos para a população residente (estabelecimentos de saúde, postos médicos e leitos para internação) Expectativa de vida, taxa de mortalidade infantil, prevalência de desnutrição total, imunização contra doenças infecciosas infantis População indígena residente Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado – DRSAI Infraestrutura: transporte público, telecomunicação e radiodifusão
Orientação política e social: implementar mudanças e aferir resultados por parte do governo e da sociedade.	Pesquisa & Desenvolvimento Educação ambiental para a juventude rural Despesas com proteção ambiental Intensidade energética em um determinado território (toneladas equivalentes de petróleo) Oferta de energia e fontes renováveis (derivados de cana-de-açúcar, lenha e carvão vegetal, hidráulica e outras fontes). Reciclagem por indústrias, em um território (alumínio, PET, papel, aço, vidro, embalagem longa vida).

Fonte: adaptado de Helou *et al.*, 2012.

Alguns exemplos de valoração de APPs exigem que, além da delimitação e isolamento da área, práticas de restauração devem ser realizadas para a manutenção do pagamento. No entanto, a obrigatoriedade de restauração imposta pela Lei Federal 12.651/2012 é o principal motivo para adesão aos programas de incentivo. Aliado ao cumprimento da lei, a crescente necessidade de melhores práticas de uso do solo visando garantir a manutenção dos recursos naturais, principalmente a produção de água e a conservação do solo, essenciais à produção agrícola.



Dessa forma, observam-se dois grandes desafios para a valoração do serviço ambiental relacionado ao sequestro ou fixação de carbono em APPs. O primeiro é em relação à obrigatoriedade de restauração dessas áreas, o que desclassifica a área em termos de elegibilidade do projeto. Considerando a Lei Federal 12.651/2012, áreas consolidadas em APPs (com ocupação antrópica anterior a 22/7/2008) é permitido a restauração de uma largura menor que o determinado como mínimo (30 metros). Essa é uma vantagem em relação aos critérios exigidos para APPs, pois a restauração de uma faixa maior que o mínimo exigido (5 metros em pequenas propriedades) pode ser considerado relevante para créditos de carbono, com a emissão do chamado "título verde" (SMID, 2013).

O tamanho e forma das APPs, bem como o estado de conservação da área, são fatores que reduzem a viabilidade de projetos para valoração do carbono, sendo o segundo desafio a ser enfrentado. Normalmente, são áreas que sofreram muita pressão antrópica e a forma alongada dos fragmentos contribui para o aumento do efeito de borda. Em geral são áreas pequenas, e que também podem apresentar conversão de uso do solo, com ocupação antrópica urbana e rural, pastagem e agricultura, ao invés de floresta. No entanto, reflorestamentos em matas ciliares apresentaram maiores valores de produção de biomassa florestal em comparação com áreas florestais maduras, demonstrando o potencial para sequestro de carbono dessas áreas (MELO; DURIGAN, 2006).

Além das características da vegetação, um dos critérios com relevância crescente em projetos de carbono para áreas florestais é o desenvolvimento local, benefício resultante da valorização do bem estar de comunidades ou pessoas envolvidas diretamente ou indiretamente com os projetos. Considerando um novo valor para as áreas florestais, há uma mudança de postura nas discussões entre governo e representantes da sociedade, favorecendo os direitos humanos e a democracia (BROWN *et al.*, 2008).

Pode-se afirmar, segundo Socher *et al.* (2008), que a conservação e restauração dos ambientes ripários, notadamente as APPs, contribui para a melhoria da qualidade de vida de toda a população, aumentando a vida útil de mananciais de

abastecimento de água e usinas hidrelétricas, "atingindo as metas de sustentabilidade tão difundidas mundialmente" (SOCHER et al., 2008, pág. 251).

Considerando os indicadores apresentados nas Tabelas 4 a 7, e os valores estimados para diferentes formações florestais da Tabela 3, pode-se afirmar que existem diferenças metodológicas que interferem no resultado da avaliação de projetos florestais de carbono. Como afirmado por Veiga (2009), é impossível mensurar a sustentabilidade ambiental de uma forma que seja aceita amplamente devido às diferenças metodológicas e operacionais de projetos.

A aplicação dos indicadores, propostos por Helou *et al.* (2012) complementam os apresentados por Silva e Brasil Jr. (2001), na avaliação e monitoramento de projetos visando à restauração de áreas degradadas ou preservação de florestas em APPs. Os indicadores podem ser uma das formas de concretizar a quantificação de carbono para o pagamento por serviços ambientais dessas iniciativas.

Nos aspectos sociais, é possível que os investimentos em educação e saúde sugeridos como indicadores sejam contemplados com iniciativas que envolvam as pessoas do local do projeto. Por exemplo, em caso de propriedades rurais, pode ser a família, a comunidade ou os moradores do bairro que residem na região de implantação das atividades. Ainda nesse aspecto, a definição das espécies a serem plantadas e os tratamentos culturais para implantação e manutenção da área podem contribuir para a diversidade de produtos oferecidos para a alimentação humana e na melhoria da segurança e higiene do trabalhador rural ou dos residentes. Assim, deve-se considerar espécies produtoras de frutos e sementes comestíveis, melíferas e medicinais, arbustivas e arbóreas. Da mesma forma, a utilização de mão-de-obra local para implantação e manutenção do projeto, incluindo treinamento, capacitação e utilização de boas técnicas (como o uso de equipamento de proteção individual e a capina seletiva para condução da regeneração) pode ser um indicador social do projeto.

Para a avaliação dos indicadores econômicos, os custos diretos e indiretos do projeto são determinantes. No entanto, projetos que contemplem as demandas sociais e econômicas de uma região possuem uma melhor avaliação dos indicadores, uma vez que podem contribuir para o aumento de renda local (no emprego da mão-de-

obra) e na diminuição de custos de implantação e manutenção (com a aplicação de técnicas manuais de baixo custo e menor emissão de GEE).

Em relação aos indicadores ambientais, os projetos devem reduzir a quantidade de agroquímicos e energia utilizados no projeto. Além da quantificação de carbono assimilado, resultado da produção de biomassa na área, deve-se buscar o aumento da biodiversidade local com a introdução de espécies nativas. Pode-se afirmar que um bom projeto contemplaria não só a densidade populacional das espécies arbóreas, mas a diversidade de espécies e o arranjo espacial que contribua para o Incremento Médio Anual (IMA) e estabelecimento da vegetação. Em outras palavras, o número de espécies, o espaçamento e a distribuição dos indivíduos na área contribuem para diferentes resultados na assimilação do carbono.

May (2011) afirma que a dificuldade de apoio financeiro para o mercado voluntário está na falta de padronização de projetos e na análise da linha de base. Deve-se elaborar um *check-list* de conteúdo mínimo, apresentando as informações associadas à linha de base e ao potencial de incremento de estoques de carbono, bem como dos atributos socioambientais desejáveis. A Tabela 8 é uma compilação de todos os dados apresentados, como uma sugestão de lista de indicadores para projetos de carbono em APP. O resultado final foram 22 indicadores divididos em aspectos sociais (7), econômicos (6) ambientais (9).

Tabela 8 - Proposta de indicadores de projetos de carbono em APP.

<b>Dimensão</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Definição</b>
Aspectos sociais	Investimento do projeto em educação na comunidade	Capacitação, treinamento e educação ambiental.
	Empregos locais gerado pelo projeto	Mão-de-obra e fornecedores de material e insumos local.
	Taxa de migração	Êxodo rural, abandono de propriedades rurais.
	Trabalho familiar aproveitado	Proporção da mão-de-obra familiar no projeto.
	Sustentabilidade econômica, melhoria da qualidade de vida e redução da pobreza	Alimentação familiar obtida do projeto em APP. Diversificação econômica e sustentável do uso dos recursos naturais. Melhora das condições de saúde, desnutrição, taxa de sobrevivência e expectativa de vida. Acesso à água tratada e saneamento básico.
	Participação	Participação na elaboração, tomada de decisão e implementação de programas de PSA pelo carbono em APP.
	Governança	Articulação e alinhamento entre as políticas e diretrizes nacionais, regionais e locais para restauração de APP.
Aspectos econômicos	Investimento total do projeto	Custos do projeto.
	Valores relativos ao custo de manejo e manutenção	Custos do projeto.
	Valor de mercado da tonelada de carbono fixado	Valor do pagamento.
	Distribuição dos benefícios	Critérios de pagamento bem definidos e processo transparente de distribuição.
	Distribuição dos imóveis rurais	Diferenças de condições econômicas, potenciais de produção por propriedade.
	Processamento de produtos e subprodutos florestais	Arranjo produtivo local e regional. Valor agregado ao produto final.
Aspectos ambientais	Produtos agroquímicos	Minimização de aplicação de insumos agroquímicos em APP.
	Energia utilizada (elétrica, motores, etc.)	Emissão de GEE para implantação do projeto.
	Número de espécies nativas utilizadas	Biodiversidade e sequestro de carbono pela APP.
	Valor de carbono assimilado por unidade de área	Quantificação por biomassa aérea e no solo na APP.
	Manutenção de recursos hídricos e solo	Melhoria das condições de infiltração e armazenamento de água na APP.
	Conectividade dos corredores e habitat para fauna	Conectividade entre fragmentos de APP na paisagem. Melhoria das condições de habitat e fluxo gênico para fauna e flora.
	Queimadas e incêndios florestais	Emissão de GEE pela degradação da APP.
	Área remanescente e restaurada	Adicionalidade do projeto. Existência de áreas rurais consolidadas.
	Espécies ameaçadas ou extintas	Biodiversidade local e regional.

## 5. CONCLUSÕES

O serviço ambiental das APPs referente ao sequestro de carbono ainda é pouco considerado para valoração dessas áreas. Existem diferentes abordagens metodológicas para a quantificação de carbono, principalmente em florestas que apresentam heterogeneidade de espécies, idades, grupos sucessionais, espaçamento e variabilidade de solo. Além disso, os dados numéricos disponíveis diferem quanto à fisionomia florestal e estágio de desenvolvimento.

A maioria das dificuldades para aprovação de projetos de carbono em APPs foi superada com a Lei Federal 12.651/2012 em relação à adicionalidade. Considerando que, em pequenas propriedades e em situações com áreas rurais consolidadas a largura da APP a ser restaurada é reduzida, o reflorestamento dessas áreas além do mínimo exigido é considerado adicionalidade para o projeto. Uma das vantagens é a permanência do estoque armazenado, pois a cobertura florestal em APPs não pode ser suprimida. Dessa forma, a preservação e a restauração de APPs são ações que contribuem para o aumento do sequestro de carbono.

As APPs são reconhecidamente áreas estratégicas para a conservação de recursos naturais e na permanência da provisão de serviços ecossistêmicos. Além da necessidade de regularização da lei federal para a definição dos critérios e para PSA em todo o território nacional, a padronização de metodologias para a proposta de projeto, avaliação e monitoramento são essenciais para atingir os objetivos do conceito.

O uso de indicadores sustentáveis para projetos de carbono em APP devem ser aplicados segundo as especificidades dessas áreas, a base legal e as condições socioeconômicas de uma propriedade. Portanto, desde que sejam considerados os indicadores propostos para aplicação em APP, os projetos de carbono podem ser aprovados no mercado voluntário, com maior facilidade do que pelo MDL, visando a restauração e a preservação dessas áreas. No entanto, a aprovação e o pagamento não dependem somente das características e benefícios dos projetos propostos, mas de implantação de programa, arranjo institucional e critérios de distribuição dos valores.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. C. P. **Como comercializar créditos de carbono**. Trevisan Editora Universitária, São Paulo, 48p. 2008.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Presidência da República. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, altera as Leis nºs 6.938 de 31 de agosto de 1981, 9.393 de 19 de dezembro de 1996, e 11.428 de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771 de 15 de setembro de 1965, e 7.754 de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67 de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Projeto de Lei 12.114 de 9 de dezembro de 2009**. Presidência da República. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os arts. 6º e 50 da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Presidência da República. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965**. Presidência da República. Instituiu o Código Florestal, revogada pela Lei 12.651 de 25 de maio de 2012.

BROWN, D.; SEYMOUR, F.; PESKETT, L. How do we achieve REDD co-benefits and avoid doing harm? Chapter 11. CIFOR. 2008. Disponível em: <[http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf\\_files/Books/BAngelsen0801.pdf](http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/Books/BAngelsen0801.pdf)> Acesso em: 4 ago. 2013.

CAMPANILI, M; SCHAFFER, W. B. **Mata Atlântica**: patrimônio natural dos brasileiros. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Núcleo Mata Atlântica e Pampa. Brasília: MMA, 2010, 408p.

CARVALHO, L. C.; FONSECA, S. M. Quantificação da biomassa e do carbono em *Rhizophora mangle*, *Avicennia shaueriana* e *Laguncularia racemosa* no manguezal da Laguna de Itaipu, Niterói - RJ. In: **Carbono: ciência e mercado global**. SANQUETTA, C. R.; ZILLOTTO, M. A. (Eds). Curitiba, Brasil: 2004.

CASARIM, F.; PEARSON, T.; PETROVA, S.; GOSLEE, K.; BROWN, S. **Project idea note: afforestation/restoration of riparian areas along Santa Cruz River, Arizona, usa**. West Coast Regional Carbon Sequestration Partnership. Winrock International. DOE Contract No.: DE-FC26-05NT42593. Contract Period: October 1, 2005 - May 11, 2011. Disponível em: <[http://uc-ciee.org/downloads/AZ\\_Santa\\_Cruz\\_riparian.pdf](http://uc-ciee.org/downloads/AZ_Santa_Cruz_riparian.pdf)> Acesso em: 31 jul. 2012.

CATIE. **Update on Markets for Forestry Offsets**. Versão 2. Série Técnica, Manual Técnico no 67. ISBN 978-9977-57-436-3. Turrialba, Costa Rica. 35 p. 2007. Disponível em:

<[http://www.forestcarbonportal.com/sites/default/files/UpdateOnMarketsForForestryOffsets\\_0.pdf](http://www.forestcarbonportal.com/sites/default/files/UpdateOnMarketsForForestryOffsets_0.pdf)> Acesso em: 31 jul. 2012.

COELHO, M. C. C. **Restauração de mata ciliar pela viabilização de créditos de carbono: uma proposta sócio-ambiental para comunidades de baixa renda**. Dissertação Mestrado. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo. IPEN, São Paulo, 2007, 110p. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-27112007-141320/>> Acesso em: 31 jul. 2012.

FELIPE, J. O. A função ecológica primordial das Áreas de Preservação Permanente e das Florestas e vegetações de preservação permanente. **Revista Jus Vigilantibus**. 2009. Disponível em: <<http://jusvi.com/artigos/39777>> Acesso em 11 mar. 2013.

FORSTER, H. W.; MELO, A. C. G. Biomassa aérea e de raízes em árvores de reflorestamentos heterogêneos no Vale do Paranapanema, SP. **IF Sér. Reg.**, São Paulo, n. 31, p. 153-157, jul. 2007. Disponível em: <[http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/repositorio/222/documentos/Encontro%20tecnico/20053\\_ValeParanapanema\\_Biomassa.pdf](http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/Sigam2/repositorio/222/documentos/Encontro%20tecnico/20053_ValeParanapanema_Biomassa.pdf)> Acesso em: 18 jul. 2012.

HELOU, A. R. H. A.; HELOU FILHO, E. A.; OTANI, N.; SELIG, P. M. Indicadores de sustentabilidade na gestão ambiental considerando um projeto de Código Florestal. **Sustainable Business International Journal**, n. 22, p.1-23; dez 2012. Disponível em: <http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2013/10/TF-PEdro-H-C-Consulin-Sustentabilidade-e-Responsabilidade-Social-em-consultorias-estrat%C3%A9gicas.pdf>> Acesso em: 26 set 2013.

IMAFLORA. 2010. **Princípios e Critérios Socioambientais de REDD+ para o desenvolvimento e implementação de programas e projetos na Amazônia Brasileira**. Disponível em: <[http://imaflora.org/downloads/biblioteca/pc\\_redd\\_julho2010.pdf](http://imaflora.org/downloads/biblioteca/pc_redd_julho2010.pdf)> Acesso em: 20 out. 2013.

JARDIM, M. H. **Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso do município de Extrema - MG**. Dissertação de Mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Brasília, DF. 2010, 195p. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/.../2010\\_MarinaHeilbuthJardim.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/.../2010_MarinaHeilbuthJardim.pdf)> Acesso em: 4 ago. 2013.

JELINEK, R. Áreas de preservação permanente como espaços ecológicos protegidos pelo ordenamento jurídico. **Anais** do Congresso Mineiro de Biodiversidade - COMBIO, Belo Horizonte: IEF, p.394, 1996. Disponível em:

<[http://www.mp.ba.gov.br/atuacao/ceama/material/doutrinas/arborizacao/apps como e spacos ecologicos protegidos pelo ordenamento juridico.pdf](http://www.mp.ba.gov.br/atuacao/ceama/material/doutrinas/arborizacao/apps_como_e_spacos_ecologicos_protegidos_pelo_ordenamento_juridico.pdf)> Acesso em 11 mar. 2013.

KROHNKE, B. **Reforestation with native species in the Pachijal and Mira river watersheds for carbon retention**. Mindo Cloudforest Foundation, Carbonneg Initiative, Groenhart. Project description: VCS, 3, 110p. 2011. Disponível em: <[https://s3.amazonaws.com/CCBA/Projects/Reforestation with Native Species in the Pachijal and Mira River Watersheds for Carbon Retention/MCF-VBV--VCS Project Description Template - Aug 10, 2011.pdf](https://s3.amazonaws.com/CCBA/Projects/Reforestation%20with%20Native%20Species%20in%20the%20Pachijal%20and%20Mira%20River%20Watersheds%20for%20Carbon%20Retention/MCF-VBV--VCS%20Project%20Description%20Template%20-%20Aug%2010%2C%202011.pdf)> Acesso em: 31 jul. 2012.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H.F (eds). **Matas Ciliares: Conservação e Restauração**. EDUSP, FAPESP, São Paulo, 33 - 44, 2001.

MAY, P. H. Iniciativas de PSA de Carbono Florestal na Mata Atlântica In: **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Guedes, F.B.; Seehusen, S.E. (Orgs). Brasília: MMA, 2011. Disponível em: <[http://ibnbio.org/wp-content/uploads/2012/09/psa na mata atlantica licoes aprendidas e desafios 202.pdf](http://ibnbio.org/wp-content/uploads/2012/09/psa_na_mata_atlantica_licoes_aprendidas_e_desafios_202.pdf)> Acesso em: 23 out. 2013.

\_\_\_\_\_. **Serviços Ambientais Gerados por SAFs em Espírito Santo**. GFA Consulting Group. 29p. 2009. Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fxa.yimg.com%2Fbkq%2Fgroups%2F22137872%2F62178724%2Fname%2FMAY%2FServicos Ambientais Gerados por SAFs em Espirito Santo.pdf&ei=EvBuUtTFLKTYyQHa9IFQ&usq=AFQjCNE52rINc34x3sK4fgc0k\\_jKrY942w&bvm=bv.55123115,d.aWc](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fxa.yimg.com%2Fbkq%2Fgroups%2F22137872%2F62178724%2Fname%2FMAY%2FServicos%20Ambientais%20Gerados%20por%20SAFs%20em%20Espirito%20Santo.pdf&ei=EvBuUtTFLKTYyQHa9IFQ&usq=AFQjCNE52rINc34x3sK4fgc0k_jKrY942w&bvm=bv.55123115,d.aWc)> Acesso em: 18 jul. 2013.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 71, p. 149-154, agosto 2006. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr71/cap15.pdf> > Acesso em: 18 jul. 2012.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). Emissão e remoção de dióxido de carbono por conversão de florestas e abandono de terras cultivadas. Relatório de Referência. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Brasil, 2004. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima/file/publicacoes/inventarios/portugues/11.pdf>> Acesso em: 4 ago. 2012.

MOGNON, F. **Dinâmica do estoque de carbono como serviço ambiental prestado por um fragmento de floresta ombrófila mista montana localizada no sul do estado do paraná**. Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.



Disponível em: <[http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf\\_ms/2011/d561\\_0761-M.pdf](http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2011/d561_0761-M.pdf)> Acesso em: 10 out. 2012.

PARANÁ. Lei Estadual 17.134 de 2012.

POCIDONIO, E. A. L.; TURETTA, A. P. D. Serviços Ambientais e Conservação do Solo e da Água – Notas Iniciais. IN: **XIX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**. De 29 de julho a 3 de agosto de 2012. Lages - SC. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/>> Acesso em: 14 ago 2013.

REZENDE, A. J.; DALMÁCIO, F. Z.; RIBEIRO, M. S. A potencialidade dos créditos de carbono na geração de lucro econômico sustentável da atividade de reflorestamento. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 14, n. 1, p. 108-126, 2012. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/134195/2/8%20-%20Artigo%2008.398.pdf>> Acesso em: 31 jul. 2012.

REZENDE, A. J.; DALMÁCIO, F. Z.; RIBEIRO, M. S.; MARCELO, P. R. A potencialidade dos créditos de carbono na geração de lucro econômico sustentável da atividade de reflorestamento brasileiro: um estudo de caso no Estado do Mato Grosso do Sul. **Anais 30º Encontro da ANPAD**, Salvador - BA, Brasil, 2006. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CEUQFjAE&url=http%3A%2F%2Frevista.dae.ufla.br%2Findex.php%2Ffora%2Farticle%2Fdownload%2F469%2F352&ei=dPJUvH0MJKCyAHFuYCIDg&usg=AFQjCNHFNnD9yuxPMpMCDEhlXsu5UH70HQ&bvm=bv.55123115,d.aWc>> Acesso em: 31 jul. 2012.

REZENDE, D; MERLIN, S. Social Carbon. In: **Carbon: global market and science**. SANQUETTA, C. R.; ZILIOOTTO, M. A. (Eds). Curitiba, Brasil: 2004.

RHEINHARDT, R. D.; BRINSON, M. M.; MEYER, G. F.; MILLER, K. H. Carbon storage of headwater riparian zones in an agricultural landscape. **Carbon Balance and Management**, vol. 7, n. 4, 2012. Disponível em <<http://www.cbmjournal.com/content/7/1/4>> Acesso em 1 jul. 2012.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; NARDELLI, A. M. B.; SOUZA, A. L. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma capoeira da zona da mata mineira. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 3, p. 495 - 504, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n3/a13v34n3.pdf>> Acesso em: 31 jul. 2012.

ROCHA, M. T. **Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT**. Doutorado, Esalq/USP, Piracicaba, 196p., 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-13052003-163913/pt-br.php>> Acesso em: 4 ago. 2012.

RONCON, T. J. **Valoração ecológica de áreas de preservação permanente**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR, São Carlos,

180 p., 2011. Disponível em: <<http://blog.cca.ufscar.br/ppgadr/dissertacoes/>> Acesso em: 11 mar. 2013.

RÜGNITZ, M. T.; CHACÓN, M. L.; PORRO R. **Guia para determinação de carbono em pequenas propriedades rurais**. Belém, Brasil. Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF)/Consórcio Iniciativa Amazônica (IA). 2009. 81 p. Disponível em: <http://www.worldagroforestry.org/sites/default/files/GuiaCarbonPortug.pdf> > Acesso em: 11 mar. 2013.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; BALBINOT, R.; LEAL, M. C. B. S.; ZILIOOTTO, M. A. B. Proposta metodológica para quantificação e monitoramento do carbono estocado em florestas plantadas. In: **Carbono: ciência e mercado global**. SANQUETTA, C. R.; ZILIOOTTO, M. A. (Eds). Curitiba, Brasil: 2004.

SANTOS, P.; BRITO, B.; MASCHIETTO, F.; OSÓRIO, G.; MONZONI, M. **Marco regulatório sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil**. Belém, PA: IMAZON; FGV. CVces, 2012. 76 p. Disponível em: <[http://fas-amazonas.org/versao/2012/wordpress/wp-content/uploads/2013/07/Marco-regulat%C3%B3rio-PSA-Brasil\\_FGV.pdf](http://fas-amazonas.org/versao/2012/wordpress/wp-content/uploads/2013/07/Marco-regulat%C3%B3rio-PSA-Brasil_FGV.pdf)> Acesso em: 23 out. 2013.

SATYANARAYANA, M. How forest producers and rural farmers can benefit from the Clean Development Mechanism. in: Sim, H.C.; Appanah, S.; Youn, Y.C. **Proceedings of the workshop forests for poverty reduction: opportunities with clean development mechanism, environmental services and biodiversity**. Seoul, Korea, August, 2003. RAP PUBLICATION 22, p. 7-24, FAO, 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/008/ae537e/ae537e00.htm>> Acesso em: 31 jul. 2012.

SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R. Inventário de carbono em povoamentos de *Eucalyptus* spp. nas propriedades fumageiras do sul do Brasil: "um estudo de caso". In: **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B. Curitiba, Brasil: 2004.

SEEHUSEN, S. E.; PREM, I. Por que Pagamentos por Serviços Ambientais? In: **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Guedes, F.B.; Seehusen, S.E. (Orgs). Brasília: MMA, 2011. Disponível em: <[http://ibnbio.org/wp-content/uploads/2012/09/psa\\_na\\_mata\\_atlantica\\_licoos\\_aprendidas\\_e\\_desafios\\_202.pdf](http://ibnbio.org/wp-content/uploads/2012/09/psa_na_mata_atlantica_licoos_aprendidas_e_desafios_202.pdf)> Acesso em: 23 out. 2013.

SILVA, G. T.; BRASIL JUNIOR, A. C. P. Sobre a sustentabilidade de projetos de seqüestro de carbono na Amazônia Brasileira. Centro de Desenvolvimento Sustentável. In: **Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, 4, Belém, 2001. 15p. Disponível em: <[http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/iv\\_en/mesa2/6.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/iv_en/mesa2/6.pdf)> Acesso em: 26 set. 2013.

SMID, B. J. L. A Implementação do "Código Florestal" e o pagamento pelos serviços ambientais. **Opinião**, 24/05/2013. Instituto Carbono Brasil. Disponível em: <<http://www.institutocarbonobrasil.org.br/artigos/noticia=734107>> Acesso em: 15 ago. 2013.

SOCHER, L. G.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. **Biomassa aérea de uma floresta ombrófila mista aluvial no município de Araucária (PR)**. Floresta, Curitiba, PR, v. 38, n. 2, abr./jun. 2008. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/download/11619/8154>> Acesso em: 18 jul. 2012.

SOUZA, A. M.; VIEIRA, A. S. Quantificação de carbono estocado em reflorestamento heterogêneo de mata ciliar aos 8 anos de idade em domínio de mata atlântica no Estado de São Paulo. Artigo Técnico. **Instituto Pró-Terra**, out. 2011. Disponível em: <<http://www.institutoproterra.org.br/attach/upload/artigocarbono2011.pdf>> Acesso em: 31 jul. 2012.

SOUZA, P. M. M. Análise dos Modelos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) no Brasil e no Mundo no que concerne a restauração e conservação de matas ciliares e outras Áreas de Preservação Permanentes (APP), a fim de contribuir para o modelo de PSA para as Regiões de Planejamento e Gestão das Águas - RPGA do leste e do Paraguaçu. **Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA)**. Produto 5. Salvador - BA, Abril 2011. Disponível em: <<http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/brasil/Lists/DocumentosTecnicosAbertos/Attachments/361/Priscila%20M%20de%20Souza%20-%20110102%20-%20ING%C3%81.pdf>> Acesso em: 31 jul. 2012.

TENORIO JR, A. J. A.; COSTA, E. F. Simulação do reflorestamento ciliar do Rio Mundaú-AL com benefício gerado pela venda de créditos de carbono: uma análise de viabilidade através de modelo interativo. Anais do XLVI Congresso da SOBER, Rio Branco, 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/13/1258.pdf>> Acesso em: 31 jul. 2012.

VEIGA, J. E. Indicadores socioambientais: evolução e perspectivas. **Revista de Economia Política**, vol 29, nº 4 (116), pp 421-435, outubro-dezembro/2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rep/v29n4/07.pdf>> Acesso em: 26 set. 2013.

WUNDER, S. Payments for environmental services: some nuts and bolts. Center for International Forestry Research - CIFOR. **Occasional Paper**, n. 42., 32p., 2005. Disponível em: [http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/OccPapers/OP-42.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-42.pdf). Acesso em: 22 out 2013. Disponível em: <[http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/OccPapers/OP-42.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-42.pdf)> Acesso em: 22 out. 2013.

WUNDER, S.; BÖRNER, J.; TITO, M. R.; PEREIRA, L. Pagamentos por serviços ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal. Ministério do Meio Ambiente. **Série**

**Estudos**, 10, 2ª ed., rev. – Brasília: 144 p., 2009. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/168/publicacao/168\\_publicacao17062009123349.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/168/publicacao/168_publicacao17062009123349.pdf)> Acesso em: 26 set. 2013.

YU, C. M. Forest carbon sinks in Brazil: a political, socio-economic and ecological analysis. In: **Carbon: global market and science**. SANQUETTA, C.R. E ZILLOTTO, M.A. (Eds). Curitiba, Brasil: 2004.

ZAKIA, M. J. B. **Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas**. EESC - USP. Doutorado. São Carlos, 99p. 1998. Disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/zakia,mjb.pdf>> Acesso em: 12 mar. 2013.

ZANETTI, E. **Mudanças climáticas, globais, florestas e mercado de carbono**. 331p. 2012. Disponível em: <[http://www.diadecampo.com.br/Arquivos/materias/%7B233257306-104D%7D\\_Mudancas\\_Climaticas\\_Globais\\_Florestas\\_Madeira\\_e\\_Carbono.pdf](http://www.diadecampo.com.br/Arquivos/materias/%7B233257306-104D%7D_Mudancas_Climaticas_Globais_Florestas_Madeira_e_Carbono.pdf)> Acesso em: 15 ago. 2013.

ZILLOTTO, M. A. B; ELEN, G.; VILLA, A.; MARQUES, M.; BOECKLER, T. Small scale projects: a handspike for the south and southwestern regions of Parana state for sustainable development. In: **Carbon: global market and science**. SANQUETTA, C.R. E ZILLOTTO, M.A. (Eds). Curitiba, Brasil: 2004.